DIFFUSION DE L'EAU DE PERCOLATION DANS LES SABLES SAHARIENS

Par Jean-Marie TURMEL.

C'est en effectuant des mesures de percolation, relatées dans un précédent article [1], que je me suis aperçu que cette méthode d'humidification des sables permettait d'obtenir en dessous du cylindre des masses sableuses humides de formes bien définies qui, grâce à leur structure propre, pouvaient fournir nombre de renseignements sur la structure des dunes. En effet en dessous du cylindre (de 6 cm de diamètre enfoncé de 5 cm) on trouve, après les versements relatifs aux expériences de percolation, une masse de sable humidifiée de taille et de forme variable, suivant les expériences, et présentant des strates qui ainsi figées par l'humidité permettent l'étude de la structure de ces dunes.

Dans le cas le plus simple c'est-à-dire dans le cas d'une surface horizontale avec couches internes horizontales on trouve une masse sableuse humide ayant la forme d'une coupole renversée, d'une lentille plus ou moins surbaissée dont la hauteur est légèrement inférieure au rayon maximum. D'autre part il faut remarquer l'existence de strates plus ou moins serrées provoquant des indentations plus ou moins accusées dans le contour général de la lentille. Ces masses de sable qui ne sont donc pas parfaitement homogènes présentent des plans de clivage très nets. Ces surfaces de clivage séparant des masses compactes sont dues à de très fines couches de sables qui ne sont pas mouillées autant que les autres et présentent de ce fait des surfaces de moindre cohésion.

La diffusion de l'eau qui se fait à partir de la surface inférieure du cylindre de percolation s'effectue donc dans ce cas d'une manière parfaitement régulière dans toutes les directions mais, en profondeur, l'eau rencontrant la succession des couches alternées parfaitement horizontales, il en résulte un certain retard par rapport à la diffusion horizontale, malgré la pesanteur. Ainsi on remarque (cf. tableau n° 2, ligne 5) que les hauteurs des lentilles sont ou inférieures ou au plus égales au rayon des lentilles la différence étant d'autant plus marquée que la taille de la lentille est plus grande, c'est-à-dire

1. La percolation dans les sables. — II. Recherches préliminaires dans les divers milieux du sahara occidental. *Bull. Mus. Paris*, 2e sér., t. XXIV, n° 6, pp. 608-615. 4. tabl , 1 fig., 1952.

que le nombre de couches que doit traverser l'eau augmente, l'eau prenant un certain « retard » au passage de chacune des couches.

Des mesures d'humidité, faites par prélèvements en tubes scellés montrent, comme l'indique le tableau suivant (n° 1), que les pourcentages en poids sont aux environs de 10 % dans la partie mouillée, très différents des teneurs en eau naturelles relevées avant ces expériences et juste dans les mêmes endroits. Cependant la répartition de l'eau dans ces lentilles n'est pas tout à fait uniforme ; ainsi les sables contenus dans la partie inférieure du cylindre et ceux qui se trouvent immédiatement en-dessous ont des valeurs légèrement plus fortes que dans les autres parties de la lentille : la raison en est bien simple : entourés de tous côtés par des sables humides, les sables du centre de la lentille se ressuient plus lentement que les autres ; il est d'ailleurs courant de voir, lorsque l'on brise une de ces lentilles, les sables du centre très imbibés d'eau (ces sables ont tendance à s'égoutter), alors qu'il n'y a pas trace apparente d'eau libre dans les autres parties de la lentille. Ces résultats sont résumés dans le tableau n° 1 ci-contre :

Tableau n° 1.

Teneur en eau des sables à différentes profondeurs avant et après leur humidification pour trois séries d'expériences.

N° de l'expérience	52/3/18/1		52/3/18/3		52/3/18/2		
	avant	après	avant	après	avant	après	dessous
Surface	0,1	—	0,1	11,1	0,2	—	—
En profondeur 5 cm.	0,2	12,8	—	11,2	—	10,0	—
— 10 cm.	1,0	10,5	—	9,3	0,2	—	—
— 15 cm.	—	—	—	—	—	—	0,3
— 20 cm	—	—	—	—	1,1	—	—
— 40 cm	—	—	—	—	1,9	—	—
— 60 cm	—	—	—	—	1,9	—	—
Bord de la lentille	—	—	—	8,0	—	7,0	—
Moyenne de l'humidité dans la lentille (8 valeurs)							9,9

Une série de mesures a été faite pour connaître les volumes de sables touchés par l'eau suivant le nombre de versements. C'est ce qui est relaté dans le tableau n° 2 et le graphique ci-contre :

TABLEAU N° 2.

Caractéristiques des masses de sable mouillé suivant les volumes d'eau versé.

Nb. de versement	1	2	3	4	5	6	8	9	10	15	20	Moy enn
Eau versée	50	100	150	200	250	300	400	450	500	750	1.000	
Diamètre		12	14	16	20	22	25	27	27	31	33	
Hauteur		5	7	8	7	8	8	8	8,5	10	11,5	
Rapp. Diam./Haut.		2,4	2,0	2,0	2,8	2,7	3,1	3,4	3,2	3,1	2,9	
Volume approché	140	500	826	1.164	1.540	2.070	2.640	3.050	3.280	4.945	6.440	
Poids sable sec	225	800	1.320	1.860	2.460	3.310	4.220	4.880	5.250	7.910	10.300	
Pourcent d'eau	18,2	11,1	10,2	9,7	9,3	8,3	8,6	8,4	8,7	8,7	8,8	9,0*
Rapport vol. sable sur vol. eau	2,8	5,0	5,5	5,8	6,0	6,9	6,6	6,8	6,5	6,6	6,4	6,3*

* Ces valeurs de 9,0 et 6,3 sont obtenues en ne tenant pas compte des résultats après un unique versement, l'eau ne se répandant pas alors à l'extérieur du cylindre ; en tenant compte au contraire de ces valeurs on aurait respectivement 9,9 et 5,9.

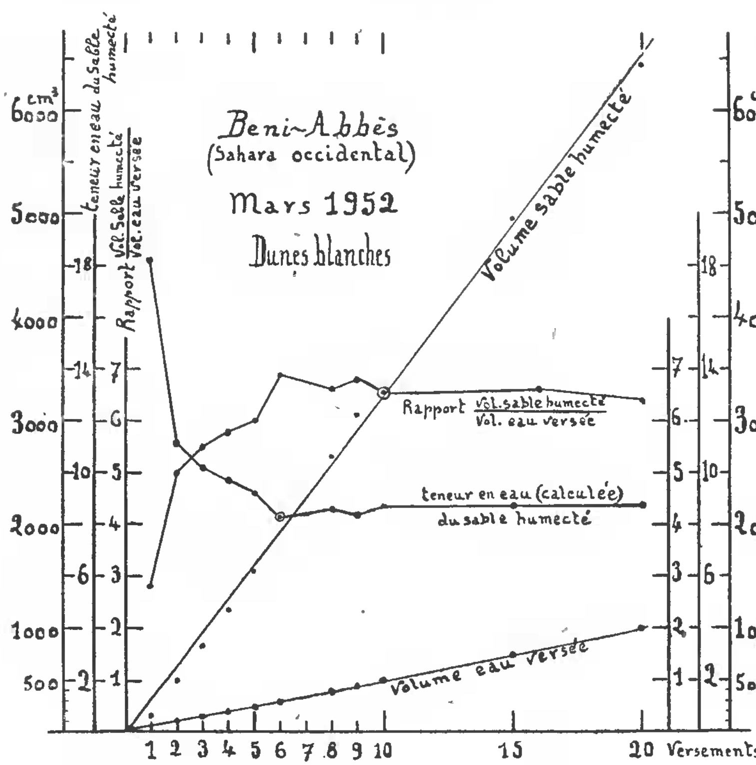
Ces résultats montrent que le phénomène de mouillabilité des sables peut être représenté assez vraisemblablement par une droite dans un plan coordonné dont les ordonnées correspondent aux volumes d'eau versée et de sable mouillé et les abscisses au nombre de versements effectués. On peut conclure, malgré l'imprécision de ces mesures que le volume de sable touché par l'eau est égal à environ six fois le volume d'eau versé (6,3 comme moyenne).

D'autre part en connaissant le poids spécifique du sable (800 gr pour 500 cm³), on peut calculer la masse de sable touchée et de là en déduire le pourcentage d'humidité en poids de ces sables ainsi humectés. On trouve pour les différents versements les valeurs consignées dans le tableau n° 2 à la huitième ligne ; si l'on compare ces résultats à ceux trouvés expérimentalement réunis dans le tableau n° 1, on voit qu'ils sont assez semblables, ce qui permet de conclure à la constance du phénomène d'humidification dans ces sables. Cette teneur en eau (très voisine de 9 %) correspond à la *capacité de rétention* de ces sols (cf. le graphique).

En résumé ces premiers résultats montrent donc que l'eau ne diffuse pas, du moins au début, par petites quantités dans un grand volume. Au contraire elle diffuse rapidement pour occuper un volume de sol environ 6,5 fois plus grand que le sien en donnant des pourcentages en poids, dans ces sables ainsi mouillés, autour de 10 %. La limite entre ces deux sables (l'un mouillé, l'autre sec, est toujours très nettement marquée et entre deux points l'un extérieur et l'autre

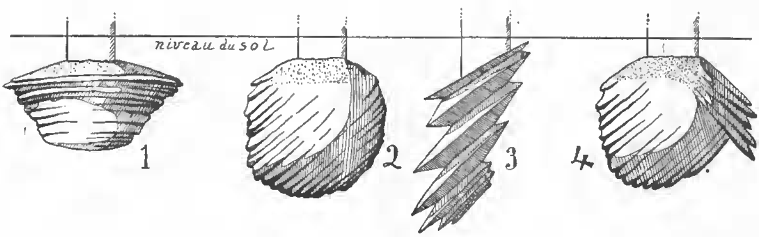
intérieur à la lentille, distants de moins de 1 cm, on trouve régulièrement des différences de 7 %.

Tous ces résultats ont été obtenus sur des structures très simples (cf. dessin n° 1) mais d'autres formes de lentilles se présentent suivant que la structure des dunes est plus ou moins complexe. Un autre cas assez simple est celui où les couches au lieu d'être horizontales et parallèles à la surface sont en pente plus ou moins forte et sont



plus ou moins serrées (la surface du sol étant encore sensiblement horizontale). Comme dans le premier cas ces masses de sable ne sont pas parfaitement homogènes et présentent des plans de clivage très nets ; pour ce qui est de leur forme, elle est ici non plus celle d'une demi-coupole mais celle d'un ellipsoide de révolution presque sphérique dont le grand axe prolonge celui du cylindre ; cet ellipsoide possède toutesfois une légère dissymétrie, une petite augmentation des diamètres du côté du pendage des couches comme l'indique le dessin n° 2. La régularité de la forme extérieure de la lentille est surtout fonction du rapprochement des couches humides et sèches ou

mieux de leur peu d'épaisseur et de leur régularité. Cette difformité dans la forme même de cet ellipsoide confirme bien l'idée du « retard » de l'eau de diffusion au passage de chacune des couches ; mais il faut remarquer que ce retard est d'autant plus faible que les couches sont plus fines. Les nombreuses indentations que l'on remarque dans les lentilles à eouches épaisses (cf. dessin n° 3) sont provoquées par le même phénomène : certaines couches diffusant horizontalement mieux les unes que les autres. Ce phénomène est encore plus accentué quand on est en présence d'une structure complexe et que plusieurs



séries de couches s'intersectionnent : les sables humidifiés forment alors des masses aux formes très diverses (cf. dessin n° 4) qui soulignent encore s'il en était nécessaire le pendage des différentes couches.

Quelles sont les raisons de ces différences de vitesse de diffusion et d'humidification suivant les différentes couches ?

Deux hypothèses viennent à l'esprit. Ou bien l'on est en présence de deux types de sables (cela est parfois vrai sur le bord des ergs) ayant des différences assez sensibles de granulométrie et surtout de mouillabilité ou bien interviennent soit des phénomènes d'arrangement des grains de sable les uns par rapport aux autres, soit encore des forces électriques dont les grains seraient chargés différemment suivant les différentes couches de sable, soit enfin des différences de teneur en air : il y aurait dans ce dernier cas des « bouchons capillaires » d'air qui alors empêcheraient la diffusion. Autant d'hypothèses que l'on ne peut qu'émettre aujourd'hui et qu'il faudra essayer de vérifier un jour soit par l'expérience en maquette au laboratoire soit par des micromesures in situ.

Laboratoire de Culture du Muséum.

Le Gérant : Marc André.

ABBEVILLE. — IMPRIMERIE F. PAILLART. — 20-4-1953.